ТАБЛИЦЫ ФУНКЦИЙ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ТЕОРИИ ПЕРЕНОСА
РЕЗОНАНСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. I.

В. В. ИВАНОВ, В. Т. ЩЕРБАКОВ

Поступила 5 мая 1964

Функции $M_1(\tau)$ и $M_2(\tau)$, определяемые формулой (2), табулированы с пятью знаками для $0 < \tau < 1000$.

При изучении распространения резонансного излучения в газе приходится иметь дело с функциями

$$L(\tau) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} (1 - e^{-\tau e^{-x^2}}) dx \quad (1)$$

и

$$M_k(\tau) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-kx^2 - \tau e^{-x^2}} dx \quad (k = 1, 2, \dots). \quad (2)$$

Функция $L(\tau)$ имеет простой физический смысл (см., например, [1]). Пусть дан слой газа, оптическая толщина которого в центре линии в некотором направлении равна τ , и пусть на этот слой падает излучение в непрерывном спектре. Если коэффициент поглощения в линии имеет доплеровский контур, то $L(\tau)$ с точностью до постоянного множителя дает полное число квантов, испытавших при прохождении через этот слой хотя бы один акт поглощения.

Пусть теперь на слой газа падает излучение в спектральной линии, причем распределение его по частотам пропорционально коэффициенту поглощения. Если зависимость коэффициента поглощения от частоты определяется только эффектом Доплера, то доля квантов, проходящих сквозь слой (без учета рассеяний), равна $M_1(\tau)$.

Наряду с функцией $M_1(\tau)$, существенную роль в теории переноса

играет и $M_2(\tau)$. Эта функция определяет ядро основного интегрального уравнения, описывающего многократное рассеяние резонансного излучения в одномерной среде (при предположении о полном перераспределении по частоте при элементарном акте рассеяния; см. [2], [3]). Отметим также, что интегрирование $M_1(\tau)$ и $M_2(\tau)$ дает функции, встречающиеся при изучении рассеяния резонансного излучения в плоском слое (см., например, [4], [5]).

Функцию $L(\tau)$ можно считать известной. Ладенбург и Леви [6] вычислили ее для $\tau \leq 1000$ (для $\tau < 10$ их результаты приводятся также Митчеллом и Земанским [6] и С. Э. Фришем [1]), а Араки [8] составил четырехзначные таблицы $L(\tau)$ для $\tau = 1.0(0.1)10.0 \times 10^n$ и n от -2 до $+9$. Вместе с асимптотическим разложением $L(\tau)$ при больших τ (см., например, [9]) эти таблицы позволяют находить $L(\tau)$ при любых значениях аргумента с точностью, достаточной для всех приложений.

В отношении функций $M_k(\tau)$ положение значительно менее удовлетворительное. Насколько нам известно, сколько-нибудь подробных таблиц этих функций до сих пор не опубликовано. Настоящая работа ставит своей целью восполнить этот пробел.

Из (2) легко получить представление $M_k(\tau)$ в виде ряда, который быстро сходится при малых τ :

$$M_k(\tau) = \frac{1}{\sqrt{k}} - \frac{\tau}{\sqrt{k+1}} + \frac{\tau^2}{2! \sqrt{k+2}} - \frac{\tau^3}{3! \sqrt{k+3}} + \dots \quad (3)$$

При больших τ имеет место следующее асимптотическое разложение:

$$M_k(\tau) \sim \frac{1}{\sqrt{\pi \tau^k} \sqrt{\ln \tau}} \left[\Gamma(k) + \frac{1}{2} \Gamma'(k) \frac{1}{\ln \tau} + \right. \\ \left. + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \Gamma''(k) \frac{1}{\ln^2 \tau} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \Gamma'''(k) \frac{1}{\ln^3 \tau} + \dots \right], \quad (4)$$

где $\Gamma(x)$ — гамма-функция. Точность формулы (4) тем выше, чем больше τ . Эта формула получается следующим образом. Подстановка $y = \tau e^{-x}$ приводит (2) к виду

$$M_k(\tau) = \frac{1}{\sqrt{\pi \tau^k}} \int_0^{\tau} y^{k-1} \frac{e^{-y} dy}{\sqrt{\ln \tau - \ln y}}. \quad (5)$$

Отсюда находим

$$\begin{aligned}
 M_k(\tau) &= \frac{1}{\sqrt{\pi \tau^k}} \int_0^{\frac{1}{\tau}} y^{k-1} \frac{e^{-y} dy}{\sqrt{\ln \tau - \ln y}} + \frac{1}{\sqrt{\pi \tau^k}} \int_{\frac{1}{\tau}}^{\infty} y^{k-1} \left[1 + \right. \\
 &+ \frac{1}{2} \frac{\ln y}{\ln \tau} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \frac{\ln^2 y}{\ln^2 \tau} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \frac{\ln^3 y}{\ln^3 \tau} + \dots \left. \right] e^{-y} dy = \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\pi \tau^k}} \int_0^{\frac{1}{\tau}} y^{k-1} \frac{e^{-y} dy}{\sqrt{\ln \tau - \ln y}} + \frac{1}{\sqrt{\pi \tau^k}} \left[\int_{\frac{1}{\tau}}^{\infty} y^{k-1} e^{-y} dy + \right. \\
 &+ \frac{1}{2} \int_{\frac{1}{\tau}}^{\infty} y^{k-1} e^{-y} \ln y dy \frac{1}{\ln \tau} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \int_{\frac{1}{\tau}}^{\infty} y^{k-1} e^{-y} \ln^2 y dy \frac{1}{\ln^2 \tau} + \\
 &+ \left. \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \int_{\frac{1}{\tau}}^{\infty} y^{k-1} e^{-y} \ln^3 y dy \frac{1}{\ln^3 \tau} + \dots \right].
 \end{aligned} \tag{6}$$

Имеем

$$\begin{aligned}
 \int_{\frac{1}{\tau}}^{\infty} y^{k-1} e^{-y} \ln^j y dy &= \Gamma^{(j)}(k) - \int_0^{\frac{1}{\tau}} y^{k-1} e^{-y} \ln^j y dy - \\
 &- \int_{\frac{1}{\tau}}^{\infty} y^{k-1} e^{-y} \ln^j y dy \quad (j=0, 1, 2 \dots).
 \end{aligned} \tag{7}$$

Легко показать, что первое слагаемое в (6) и интегральные члены в (7) при $\tau \rightarrow \infty$ стремятся к нулю быстрее, чем любая степень $(\ln \tau)^{-1}$. Поэтому при больших τ формула (6) дает асимптотическое равенство (4).

При $k=1$ и $k=2$ формула (4) имеет вид

$$\begin{aligned}
 M_1(\tau) \sim \frac{1}{\sqrt{\pi \tau} \sqrt{\ln \tau}} \left(1 - \frac{0.28861}{\ln \tau} + \frac{0.74179}{\ln^2 \tau} - \right. \\
 \left. - \frac{1.7015}{\ln^3 \tau} + \frac{6.4426}{\ln^4 \tau} - \dots \right),
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$M_2(\tau) \sim \frac{1}{\sqrt{\pi \tau^2} \sqrt{\ln \tau}} \left(1 + \frac{0.21139}{\ln \tau} + \frac{0.30888}{\ln^2 \tau} + \frac{0.15296}{\ln^3 \tau} + \frac{0.48726}{\ln^4 \tau} + \dots \right). \quad (9)$$

При $\tau = 1000$ разложение (8) с учетом всех выписанных членов дает $M_1(\tau)$ с тремя значащими цифрами, а выражение (9) определяет $M_2(1000)$ с ошибкой в одну единицу четвертого знака. С ростом τ точность этих формул увеличивается.

Отметим еще, что $L'(\tau) = M_1(\tau)$ и $M_k'(\tau) = -M_{k+1}(\tau)$.

Значения функций $M_1(\tau)$ и $M_2(\tau)$ для $0 < \tau \leq 1000$ даны в приложении (табл. 1). Вычисления были выполнены на машине БЭСМ-2 Вычислительного центра Ленинградского отделения Математического института АН СССР. При $\tau \leq 2$ для нахождения $M_k(\tau)$ использовалось разложение (3). При $\tau > 2$ вычисления велись по формуле (5), причем численное интегрирование проводилось по формуле трапеций. Ошибки в приводимых значениях функций не превосходят одной единицы последнего знака. Шаг таблиц переменный. Он выбран с таким расчетом, чтобы линейная интерполяция позволяла находить значения $M_1(\tau)$ и $M_2(\tau)$ для любого промежуточного аргумента с четырьмя знаками.

В табл. 1 значения функций представлены в форме $a \cdot 10^n$, где $0.1 < a < 1$, причем приведены только значащие цифры числа a (ноль и запятая опущены) и значение n . Примеры: $M_1(10.0) = 0.35878 \cdot 10^{-1} = 0.035878$; $M_2(100) = 0.27954 \cdot 10^{-4} = 0.000027954$.

Астрономическая обсерватория ЛГУ
Вычислительный центр Ленинградского отделения
Математического института АН СССР

TABLES OF FUNCTIONS ENCOUNTERED IN THE THEORY OF TRANSFER OF RESONANCE RADIATION. I.

V. V. IVANOV, V. T. STCHERBAKOV

The functions $M_1(\tau)$ and $M_2(\tau)$ defined by (2), are tabulated with five figures for $0 \leq \tau \leq 1000$.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Э. Фриш, Оптические спектры атомов, Физматгиз, М., 1963.
2. В. В. Соболев, Перенос лучистой энергии в атмосферах звезд и планет, ГТТИ, М., 1956.
3. В. В. Иванов, Вестн. ЛГУ, № 19, 117, 1960.
4. Л. М. Биберман, ЖЭТФ, 17, 416, 1947.
5. В. В. Иванов, Астрон. ж., 39, 1020, 1962; 40, 257, 1963.
6. R. Ladenburg, S. Levy, Zs. f. Phys., 65, 189, 1930.
7. А. Митчелл, М. Земанский, Резонансное излучение и возбужденные атомы, ОНТИ, М.—Л., 1937.
8. К. Araki, Publ. Astron. Soc. Japan, 6, 109, 1954.
9. А. Унзольд, Физика звездных атмосфер, ИЛ., М., 1949.

ФУНКЦИИ $M_1(\tau)$ И $M_2(\tau)$

τ	$M_1(\tau)$		$M_2(\tau)$		τ	$M_1(\tau)$		$M_2(\tau)$	
0.00	10000	1	70711	0	2.80	19612	0	87916	-1
0.05	96536	0	67885	0	2.85	19179	0	85081	-1
0.10	93209	0	65180	0	2.90	18761	0	82352	-1
0.15	90016	0	62589	0	2.95	18356	0	79725	-1
0.20	86949	0	60107	0	3.00	17964	0	77195	-1
0.25	84003	0	57729	0	3.05	17584	0	74762	-1
0.30	81174	0	55452	0	3.10	17216	0	72417	-1
0.35	78457	0	53270	0	3.15	16860	0	70159	-1
0.40	75846	0	51180	0	3.20	16514	0	67984	-1
0.45	73337	0	49178	0	3.25	16179	0	65888	-1
0.50	70926	0	47259	0	3.30	15855	0	63870	-1
0.55	68610	0	45420	0	3.35	15541	0	61925	-1
0.60	66383	0	43658	0	3.40	15236	0	60050	-1
0.65	64243	0	41969	0	3.45	14940	0	58244	-1
0.70	62185	0	40350	0	3.50	14653	0	56502	-1
0.75	60207	0	38799	0	3.55	14375	0	54823	-1
0.80	58304	0	37312	0	3.60	14105	0	53204	-1
0.85	56475	0	35886	0	3.65	13843	0	51643	-1
0.90	54715	0	34519	0	3.70	13588	0	50137	-1
0.95	53022	0	33208	0	3.75	13341	0	48685	-1
1.00	51393	0	31951	0	3.80	13101	0	47284	-1
1.05	49826	0	30746	0	3.85	12868	0	45932	-1
1.10	48317	0	29590	0	3.90	12642	0	44627	-1
1.15	46866	0	28482	0	3.95	12422	0	43367	-1
1.20	45469	0	27418	0	4.00	12208	0	42152	-1
1.25	44123	0	26398	0	4.05	12000	0	40978	-1
1.30	42828	0	25420	0	4.10	11798	0	39845	-1
1.35	41581	0	24481	0	4.15	11602	0	38751	-1
1.40	40379	0	23580	0	4.20	11411	0	37694	-1
1.45	39222	0	22715	0	4.25	11225	0	36673	-1
1.50	38107	0	21886	0	4.30	11044	0	35686	-1
1.55	37033	0	21089	0	4.35	10868	0	34733	-1
1.60	35998	0	20325	0	4.40	10697	0	33812	-1
1.65	35000	0	19591	0	4.45	10530	0	32922	-1
1.70	34038	0	18887	0	4.50	10367	0	32061	-1
1.75	33110	0	18211	0	4.55	10209	0	31229	-1
1.80	32216	0	17561	0	4.60	10055	0	30429	-1
1.85	31354	0	16938	0	4.65	99049	-1	29646	-1
1.90	30522	0	16339	0	4.70	97586	-1	28893	-1
1.95	29720	0	15764	0	4.75	96159	-1	28164	-1
2.00	28946	0	15211	0	4.80	94768	-1	27459	-1
2.05	28198	0	14680	0	4.85	93412	-1	26777	-1
2.10	27477	0	14170	0	4.90	92090	-1	26116	-1
2.15	26781	0	13680	0	4.95	90800	-1	25477	-1
2.20	26109	0	13209	0	5.0	89542	-1	24858	-1
2.25	25460	0	12756	0	5.1	87116	-1	23678	-1
2.30	24833	0	12321	0	5.2	84804	-1	22571	-1
2.35	24227	0	11903	0	5.3	82599	-1	21531	-1
2.40	23642	0	11501	0	5.4	80496	-1	20554	-1
2.45	23077	0	11114	0	5.5	78487	-1	19636	-1
2.50	22531	0	10743	0	5.6	76567	-1	18772	-1
2.55	22003	0	10385	0	5.7	74731	-1	17958	-1
2.60	21492	0	10041	0	5.8	72974	-1	17192	-1
2.65	20998	0	97105	-1	5.9	71291	-1	16469	-1
2.70	20521	0	93923	-1	6.0	69678	-1	15787	-1
2.75	20059	0	90862	-1	6.1	68132	-1	15144	-1

τ	$M_1(\tau)$	$M_2(\tau)$	τ	$M_1(\tau)$	$M_2(\tau)$
6.2	66648	14536	14.0	23809	20371
6.3	65224	13962	14.2	23408	19722
6.4	63855	13419	14.4	23020	19103
6.5	62539	12905	14.6	22644	18513
6.6	61273	12418	14.8	22279	17949
6.7	60055	11956	15.0	21926	17410
6.8	58881	11519	15.2	21583	16894
6.9	57750	11103	15.4	21250	16401
7.0	56660	10709	15.6	20927	15929
7.1	55608	10335	15.8	20613	15477
7.2	54612	99785	16.0	20307	15043
7.3	53612	96398	16.2	20011	14627
7.4	52664	93175	16.4	19722	14228
7.5	51748	90104	16.6	19441	13844
7.6	50861	87178	16.8	19168	13476
7.7	50004	84387	17.0	18902	13122
7.8	49173	81725	17.2	18643	12782
7.9	48369	79183	17.4	18391	12454
8.0	47589	76755	17.6	18145	12139
8.1	46833	74434	17.8	17905	11835
8.2	46100	72215	18.0	17671	11542
8.3	45389	70092	18.2	17443	11260
8.4	44698	68058	18.4	17221	10988
8.5	44027	66111	18.6	17004	10726
8.6	43376	64244	18.8	16792	10472
8.7	42742	62454	19.0	16585	10228
8.8	42126	60737	19.2	16383	99913
8.9	41527	59088	19.4	16185	97630
9.0	40944	57505	19.6	15992	95422
9.1	40377	55984	19.8	15803	93288
9.2	39824	54522	20.0	15619	91223
9.3	39286	53115	20.2	15439	89225
9.4	38762	51762	20.4	15262	87291
9.5	38251	50459	20.6	15090	85418
9.6	37752	49204	20.8	14920	83603
9.7	37267	47996	21.0	14755	81846
9.8	36792	46830	21.2	14593	80141
9.9	36330	45707	21.4	14434	78489
10.0	35878	44623	21.6	14279	76886
10.2	35006	42566	22.0	14127	75331
10.4	34174	40648	22.4	13978	73822
10.6	33380	38855	22.8	13831	72357
10.8	32619	37177	23.2	13688	70934
11.0	31892	35605	23.6	13548	69552
11.2	31195	34130	24.0	13410	68210
11.4	30526	32744	24.4	13275	66905
11.6	29884	31440	24.8	13142	65637
11.8	29268	30212	25.2	13012	64404
12.0	28675	29053	25.6	12885	63205
12.2	28105	27950	26.0	12759	62038
12.4	27557	26926	26.4	12637	60903
12.6	27028	25948	26.8	12516	59798
12.8	26519	25022	27.2	12397	58722
13.0	26027	24144	27.6	12281	57675
13.2	25552	23311	28.0	12167	56655
13.4	25094	22520	28.4	12054	55661
13.6	24651	21768	28.8	11942	54686
13.8	24223	21052	29.2	11831	53728
14.0	23809	20371	29.6	11721	52786

τ	$M_1(\tau)$	$M_2(\tau)$	τ	$M_1(\tau)$	$M_2(\tau)$
26.5	11271	48964	61	43825	80313
27.0	11031	46995	62	43036	77560
27.5	10801	45140	63	42273	74944
28.0	10580	43391	64	41537	72457
28.5	10367	41739	65	40824	70089
29.0	10162	40180	66	40134	67834
29.5	99650	38704	67	39467	65684
30.0	97750	37307	68	38820	63634
30.5	95918	35982	69	38194	61677
31.0	94150	34726	70	37587	59807
31.5	92444	33534	71	36998	58020
32.0	90796	32401	72	36426	56310
32.5	89203	31323	73	35871	54674
33.0	87663	30298	74	35332	53107
33.5	86172	29321	75	34809	51606
34.0	84730	28389	76	34300	50166
34.5	83333	27501	77	33805	48785
35.0	81979	26653	78	33324	47460
35.5	80667	25844	79	32856	46186
36.0	79394	25070	80	32400	44963
36.5	78159	24329	81	31957	43787
37.0	76961	23621	82	31524	42655
37.5	75797	22942	83	31103	40519
38.0	74666	22292	84	30693	39510
38.5	73567	21668	85	30293	38537
39.0	72499	21070	86	29903	37599
39.5	71460	20496	87	29522	36694
40.0	70449	19945	88	29151	35822
40.5	69465	19415	89	28788	34979
41.0	68507	18906	90	28434	34166
41.5	67575	18416	91	28088	33380
42.0	66665	17945	92	27751	32621
42.5	65780	17491	93	27421	31886
43.0	64916	17054	94	27098	31176
43.5	64074	16633	95	26783	30490
44.0	63252	16227	96	26475	29825
44.5	62451	15836	97	26173	29181
45.0	61669	15458	98	25878	28558
45.5	60905	15094	99	25589	27954
46.0	60159	14741	100	25307	27378
46.5	59431	14401	102	24759	26802
47.0	58719	14073	104	24234	26231
47.5	58023	13755	106	23730	25719
48.0	57343	13448	108	23246	25238
48.5	56678	13151	110	22780	24781
49.0	56028	12863	112	22332	24341
49.5	55392	12585	114	21901	23914
50	54769	12315	116	21485	23507
51	54164	12058	118	21085	23119
52	52408	11817	120	20698	22754
53	51299	11586	122	20325	22407
54	50235	11365	124	19965	22078
55	49211	11151	126	19617	21766
56	48227	10950	128	19280	21471
57	47280	10759	130	18954	21191
58	46369	10583	132	18639	20925
59	45490	10421	134	18334	20674
60	44643	10271	136	18038	20436

τ	$M_1(\tau)$		$M_2(\tau)$		τ	$M_1(\tau)$		$M_2(\tau)$	
138	17751	-2	14118	-4	260	88901	-3	37143	-5
140	17473	-2	13695	-4	265	87080	-3	35686	-5
142	17203	-2	13290	-4	270	85331	-3	34312	-5
144	16941	-2	12903	-4	275	83648	-3	33015	-5
146	16687	-2	12532	-4	280	82029	-3	31790	-5
148	16440	-2	12176	-4	285	80468	-3	30630	-5
150	16200	-2	11836	-4	290	78964	-3	29533	-5
152	15966	-2	11509	-4	295	77514	-3	28492	-5
154	15739	-2	11195	-4	300	76114	-3	27505	-5
156	15518	-2	10894	-4	305	74763	-3	26568	-5
158	15304	-2	10605	-4	310	73457	-3	25677	-5
160	15094	-2	10327	-4	315	72194	-3	24830	-5
162	14890	-2	10060	-4	320	70973	-3	24023	-5
164	14692	-2	98023	-5	325	69791	-3	23255	-5
166	14498	-2	95546	-5	330	68647	-3	22522	-5
168	14310	-2	93161	-5	335	67538	-3	21823	-5
170	14125	-2	90862	-5	340	66464	-3	21156	-5
172	13946	-2	88647	-5	345	65422	-3	20519	-5
174	13771	-2	86511	-5	350	64412	-3	19910	-5
176	13600	-2	84450	-5	355	63431	-3	19327	-5
178	13433	-2	82460	-5	360	62479	-3	18769	-5
180	13270	-2	80540	-5	365	61554	-3	18234	-5
182	13111	-2	78685	-5	370	60654	-3	17722	-5
184	12955	-2	76892	-5	375	59781	-3	17231	-5
186	12803	-2	75159	-5	380	58931	-3	16760	-5
188	12655	-2	73484	-5	385	58104	-3	16307	-5
190	12509	-2	71863	-5	390	57300	-3	15873	-5
192	12367	-2	70294	-5	395	56517	-3	15455	-5
194	12228	-2	68775	-5	400	55754	-3	15054	-5
196	12092	-2	67305	-5	405	55011	-3	14668	-5
198	11959	-2	65881	-5	410	54287	-3	14296	-5
200	11828	-2	64501	-5	415	53581	-3	13938	-5
202	11701	-2	63163	-5	420	52893	-3	13593	-5
204	11576	-2	61866	-5	425	52222	-3	13261	-5
206	11453	-2	60608	-5	430	51567	-3	12940	-5
208	11333	-2	59387	-5	435	50927	-3	12631	-5
210	11216	-2	58202	-5	440	50303	-3	12333	-5
212	11100	-2	57052	-5	445	49694	-3	12045	-5
214	10987	-2	55936	-5	450	49098	-3	11767	-5
216	10877	-2	54851	-5	455	48517	-3	11498	-5
218	10768	-2	53797	-5	460	47948	-3	11239	-5
220	10661	-2	52773	-5	465	47393	-3	10987	-5
222	10557	-2	51778	-5	470	46850	-3	10745	-5
224	10454	-2	50810	-5	475	46318	-3	10510	-5
226	10354	-2	49869	-5	480	45798	-3	10282	-5
228	10255	-2	48953	-5	485	45290	-3	10062	-5
230	10158	-2	48062	-5	490	44792	-3	98486	-6
232	10062	-2	47194	-5	495	44305	-3	96419	-6
234	99689	-3	46350	-5	500	43828	-3	94416	-6
236	98771	-3	45528	-5	510	42903	-3	90591	-6
238	97868	-3	44727	-5	520	42016	-3	86991	-6
240	96981	-3	43947	-5	530	41163	-3	83599	-6
242	96110	-3	43187	-5	540	40343	-3	80400	-6
244	95254	-3	42446	-5	550	39554	-3	77378	-6
246	94412	-3	41724	-5	560	38795	-3	74523	-6
248	93585	-3	41020	-5	570	38063	-3	71820	-6
250	92771	-3	40333	-5	580	37358	-3	69261	-6
255	90756	-3	38689	-5	590	36677	-3	66834	-6

z	M ₁ (z)		M ₁ (z)		z	M ₁ (z)		M ₂ (z)	
600	36020	-3	64531	-6	810	26101	-3	34529	-6
610	35380	-3	62344	-6	820	25761	-3	33658	-6
620	34773	-3	60265	-6	830	25428	-3	32819	-6
630	34180	-3	58288	-6	840	25104	-3	32011	-6
640	33607	-3	56404	-6	850	24788	-3	31232	-6
650	33052	-3	54610	-6	860	24479	-3	30481	-6
660	32514	-3	52899	-6	870	24178	-3	29757	-6
670	31994	-3	51267	-6	880	23884	-3	29058	-6
680	31489	-3	49708	-6	890	23597	-3	28382	-6
690	30999	-3	48219	-6	900	23316	-3	27730	-6
700	30524	-3	46794	-6	910	23042	-3	27100	-6
710	30063	-3	45431	-6	920	22774	-3	26491	-6
720	29615	-3	44127	-6	930	22512	-3	25902	-6
730	29180	-3	42877	-6	940	22256	-3	25332	-6
740	28757	-3	41679	-6	950	22005	-3	24780	-6
750	28346	-3	40530	-6	960	21760	-3	24247	-6
760	27947	-3	39427	-6	970	21520	-3	23730	-6
770	27558	-3	38368	-6	980	21285	-3	23229	-6
780	27179	-3	37351	-6	990	21056	-3	22744	-6
790	26810	-3	36373	-6	1000	20830	-3	22273	-6
800	26451	-3	35433	-6					